

**Die simultane Messung von Harnfluß,
Blasendruck und Ausflußenergie**

von
Joachim Bringmann
aus
Aichach

Aus der Urologischen Abteilung
Vorstand: Professor Dr. A. Sigel
der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann)

Die simultane Messung von Harnfluß, Blasendruck und Ausflußenergie

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Joachim Bringmann

aus

Aichach

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Professor Dr. G. Koch

Referent: Professor Dr. A. Sigel

Tag der mündlichen Prüfung: 20. 6. 1972

Inhalt

=====

A. Einleitung

I. Anwendungsbereich eines modernen urologischen Druck-Flußmeßgerätes

II. Übersicht über bisher angewandte Methoden

1. Alleinige Flußmessung

a) rein mechanisch

b) elektromagnetisch und elektronisch

2. Blasendruckmessung über einen Harnröhren- katheter

3. Vergleich der Blasendruckwerte und Flußraten bei Messung über den Blasenkatheeter oder über die suprapubische Punktion

4. Telemetrie mit intravesicalen Kapseln

5. Cystometrie mit Luft

III. Allgemeine Forderungen an ein modernes Druck- Flußmeßgerät.

B. Material und Methodik

I. Das Meßgerät

1. Der Miktiograph

2. Der Druckmesser

3. Der Schreiber

4. Der Prallenergiemesser

II. Durchführung der Untersuchung

C. Ergebnisse und praktische Erfahrungen

I. Untersuchungszahl

II. Untersuchungszweck

III. Untersuchungspunkte und Ergebnisse

IV. Praktische Erfahrungen

D. Diskussion

E. Zusammenfassung

F. Meßkurven und Bilder

G. Literaturverzeichnis

Die kombinierte Harnflußmessung ist eigentlich eine schon länger in Klinik und Praxis eingeführte Methode, um Harnentleerungsstörungen festzustellen und zu differenzieren. Die Fehlerbreite der bisher angewandten Methode ist aber meistens zu groß und die Ergebnisse sind oft durch Manipulationen im Bereich der Harnröhre verfälscht.

Aus diesem Grunde haben wir uns der modernen Technik bedient und eine Gerätekombination zusammengestellt, mit der wir in der Lage sind, den miktioneellen Blasendruck und den Harnfluß auf derzeit optimale Weise zu messen, d. h. ohne Beeinträchtigung der physiologischen Funktion. Zusätzlich haben wir versucht, auf eine ganz neue Art die Ausflußenergie aus der Harnröhre, die sogenannte Prallenergie, simultan mit dem Blasendruck und dem Harnfluß aufzuzeichnen.

Anwendungsbereich:

Wir setzten unser Gerät ein zur Diagnostik, Differentialdiagnostik und objektiv quantitativen Messung der verschiedenen Arten von Harnentleerungsstörungen, nämlich der mechanisch bedingten auf dem Boden eines Prostatismus, von Sphinctersklerosen, Urethralstrikturen, Klappen und Divertikeln, sowie einiger seltener Mißbildungen, aber auch bei Ursachen, die myogen, neurogen oder psychisch bedingt sind.

Ebenso kann man zuverlässig den Therapieeffekt einer chirurgischen oder medikamentösen Behandlung aufzeichnen.

Daneben haben wir den Druckmesser auch benützt, um den Druck in Ureteren und Nierenbecken zu messen.

Übersicht über bisher angewandte Methoden:

Vorneweg müssen wir kurz auf die Methoden eingehen, die früher für die Harnfluß- und Blasendruckmessung beschrieben wurden und die heute noch im Gebrauch sind:

- I. Alleinige Flußmessung: Hier gibt es inzwischen eine Vielzahl von Methoden und Varianten, die man aber doch grob einteilen kann in
- a) rein mechanische. Als Beispiel sei die Methode von MOTTA et al. (22) angeführt. Der Urin wird in einen Trichter entleert, der unten offen ist. Von dort fließt der Harn in graduierte Röhrchen, die an der Außenseite einer Rolle befestigt sind. Die Rolle dreht sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit, so daß jede Sekunde ein anderes Röhrchen unter dem Trichterausfluß vorbeigleitet. Aufgrund der abgelesenen Werte muß dann die Miktionskurve von Hand erstellt werden. Diese Methode ist ziemlich grob und zeigt eine deutliche zeitliche Verschiebung vom Miktionsbeginn bis zur Registrierung.
- BRESSEL (6) läßt durch den Harnstrahl in ein Gefäß die verdrängte Luft in einem angeschlossenen Rohr einen Schwimmer in die Höhe treiben.

Dies ermöglicht eine Ablesung des momentanen Sekundenvolumens. Seine Nachteile bestehen darin, daß sich die Ergebnisse schwer aufzeichnen lassen und im Harnstrahl mitgerissene Luftblasen das Ergebnis verfälschen können.

Auch der von GIERUP et al. (15) angegebene Flowmeter beruht auf der Luftverdrängung.

- b) elektromagnetische und elektronische. DE SANTIS und LATTIMER (11) haben den LEWIS Cystometer modifiziert. Der miktionierte Harn bewirkt auf das Registriergerät, das am Boden eines Zylinders liegt, einen mit der Menge zunehmenden Druck, der als Funktion gegen die Zeit aufgetragen wird. Aus der Steilheit dieser Kurve kann man nach Umrechnung die Flußrate bestimmen. Dieses Verfahren ist kompliziert, die Ergebnisse können durch die kinetische Energie des Harnstrahls verfälscht werden und es ist eigentlich nur zur Bestimmung der maximalen, nicht einer momentanen Flußrate geeignet. Auch GIAQUINTA und GLOVER (14) benutzen einen druckempfindlichen Fühler zur Registrierung des Harnflusses mit dem Nachteil der Beeinflussung durch die kinetische Energie. Die Druckänderungen werden elektronisch integriert, in ml/sec umgerechnet und als Flußkurve aufgezeichnet. TAMMEN (33) benützt ein Gerät, das wie das von uns verwendete von der Firma Gruber hergestellt

wird und nach demselben Prinzip arbeitet, auf das in der folgenden Gerätebeschreibung eingegangen wird.

II. Druckmessung über einen Harnröhrenkatheter:

Wie auch aus den unten aufgeführten vergleichenden Messungen hervorgeht, ist diese Methode abzulehnen, da sie die physiologische Miktion stark beeinträchtigt und so unbrauchbare Meßwerte liefert. HOPKINS W.F. et al (18); WHITAKER J. et JOHNSTON (35). Sie sollte höchstens benützt werden, wenn man nur den Druck bei der Füllung der Blase registrieren will. GREENE und EMMETT (17) verwenden dazu ein einfaches Glasmanometer, das über einen Dreiwegehahn an den Zulauf angeschlossen ist. Nach Zufluß von jeweils 50 ml wird der dazugehörige Druck gemessen, ebenso der Druck vor dem Miktionsbeginn. BAUER (2,3) zeichnet den Ruhedruck durch ein Aneroidsystem simultan zur langsamen Blasenfüllung auf. Wir glauben, daß aber auch dabei die Physiologie gestört wird, denn die Ergebnisse, die für den durchschnittlichen Miktionsdruck (bei liegendem Katheter) angegeben werden, sind bei GREENE (17) 40 mm Hg, bei BAUER (2) bei Männern 70 - 75 mm Hg, bei Frauen 60 mm Hg. Auch BABICHENKO (1) benutzt zur Messung des Ruheblasendrucks einen Katheter, der an seinem außen liegenden Ende einen einfachen Druckmesser besitzt, dessen

Auslenkung nach Verstärkung über ein Spiegelsystem auf einem lichtempfindlichen Kymographen aufgezeichnet wird.

III. Vergleichende Untersuchungen der Blasendruckwerte und Flußraten bei Messungen über den Blasenkathe-
ter oder der suprapubischen Punktion.
WHITAKER und JOHNSTON (35) untersuchten dieses Problem bei Frauen, und es ergab sich, daß bei suprapubischer Druckmessung die Flußraten deutlich höher waren als bei liegendem Katheter (Ch. 6). Ebenso war bei der Messung mit dem Katheter der Blasendruck gering erhöht. Als Erklärung geben die Autoren die mechanische Widerstandserhöhung in der Strömung des Harnes an. Sie halten es aber auch für möglich, daß die Anwesenheit des Katheters den Sphinctertonus steigert und dadurch der Querschnitt des Lumens verringert wird.
HOPKINS, PIERCE and ROBERTS (18) führten 1965 ähnliche Untersuchungen bei Männern und Frauen durch. Sie gelangen zu dem Ergebnis, daß bei gesunden Probanden die Werte von Blasendruck und Flußraten bei suprapubischer bzw. transurethraler (Ch. 5) Messung nicht signifikant verschieden seien. Wenn aber irgendwelche Obstruktionen vorhanden seien, würden die Unterschiede beträchtlich.
Bei diesen Untersuchungen verglichen sie auch die elektromagnetische mit der mechanischen Druck-

messung. Sie stellten fest, daß das Wassermanometer durch die Höhe der Abweichungen für die Aufzeichnung dynamischer Druckänderungen unbrauchbar sei.

- IV. Telemetrie mit intravesicalen Kapseln: Um der unphysiologischen Druckmessung durch den Katheter zu entgehen, führten 1969 DESANTIS and LATTIMER (10) bei Frauen eine Kapsel mit dem Format 3,8 cm Länge und 0,6 cm (18 CH) durch die Urethra in die Blase ein. Ein Ballon an einem Ende soll ein vertikales Schweben in der gefüllten Blase ermöglichen. Die Druckwerte werden über eine elektromagnetische Induktion an eine Antenne weitergegeben, die in Blasenhöhe um den Körper gelegt wird. Die Übereinstimmung in den Druckwerten im Vergleich zur suprapubischen Punktion wird bis zur Höhe von 60 mm Hg als sehr gut, dann als abnehmend bezeichnet. Die Hauptindikation dürfte wohl in der Langzeitbeobachtung liegen, die vielleicht bei Stress-Inkontinenz o. ä. angebracht wäre, denn man könnte den Patienten damit von einem stationären Meßgerät unabhängig machen. Über eine Entfernung der Kapsel wird nichts berichtet. Bei ihrer Größe kann sie wohl nur cystoskopisch erfolgen.
- Auch GLEASON, LATTIMER und BAUXBAUM (16) haben es mit einer ähnlichen Kapsel (Durchmesser 15 Ch.)

versucht. Sie stellten folgende Nachteile fest: Bei der vorliegenden Größe der Meßkapsel gibt es Schwierigkeiten beim Einführen, so wurden sie nur bei Frauen angewandt. Bei einem Verweilen von etwa 2 1/2 Stunden gab es Meßabweichungen bis 12 mm Hg. Einer notwendigen Miniaturisierung stellen sich folgende Schwierigkeiten entgegen: Je kleiner die Kapseln werden, desto höher muß ihre Sendefrequenz sein (im Megahertzbereich). Diese hochfrequenten Wellen werden aber vom Körper stärker absorbiert. Dazu kommt, daß man für die sehr feine Membran nur Zinn nehmen kann, das aber durch Urin leicht korrodiert wird und dann bei Druckbelastung plötzlich bricht. Die Autoren geben an, daß ihre Kapseln zum überwiegenden Teil selbst ausgestoßen wurden, und nur selten eine cystoskopische Entfernung nötig war.

V. Cystometrie mit Luft. Die Füllung der Blase mit Luft anstelle von Flüssigkeiten versuchten BRADLEY et al (5) an Hunden, MERRILL et al. (21) sowie CASS, WARD and MARKLAND (8) an Menschen. Sie kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß es durch die stärkere Kompressibilität der Luft und kaum vermeidbaren Verlusten später zu Miktionsgefühl und -drang kommt. Sonst bestehen keine signifikanten Unterschiede. Da dieses Verfahren aber keine

Vorteile bringt und nur zur Messung des Blasenfüllungsdrucks, nicht aber bei der Miktionsimultan zur Flußaufzeichnung verwendet werden kann, hat es keine praktische Bedeutung.

Allgemeine Forderungen an ein modernes Druck-

Flußmeßgerät:

Um unsere Untersuchungen möglichst optimal durchführen zu können, suchten wir ein Gerät, das in der Lage war, folgende Bedingungen zu erfüllen:

1. Die physiologische Miktions darf nicht beeinträchtigt werden, wie das beim transurethralen Katheter der Fall ist.
2. Die Messung muß möglichst trägheitsfrei sein. Da der genaue Kurvenverlauf wichtige Hinweise auf die Ätiologie (mechanisch, neurogen, myogen oder psychisch) der Entleerungsstörung geben kann, darf dieser nicht durch Trägheit im Meß- oder Registrierungssystem verwischt werden.
3. Exakte Messungen über einen weiten Bereich mit geringer Fehlerbreite. Dies gilt weniger für den Druckmesser, da hier die Werte nicht so stark differieren, als für den Flowmeter und auch für den Pralldruckmesser. Sie müssen in der Lage sein, einzelne Tropfen, aber auch Flußraten, die über 50 ml/sec liegen, quantitativ aufzuzeichnen.

4. Der Flowmeter darf nur die Menge/Zeit registrieren. In den meisten bisher verwandten Methoden wird der Einfluß der kinetischen Energie des Harnstrahls nicht kompensiert. Wenn man nämlich einen druckempfindlichen Sensor benützt, müßte eine konstante Fallhöhe gewährleistet sein und die kinetische Energie des Harnstrahls vorher in einem Niveaugefäß vernichtet werden. Das führt zu einer zeitlichen Verschiebung und Integration der Meßkurve, was unser Ziel der trägheitsfreien Registrierung durchkreuzen würde.
5. Unabhängigkeit von Luftblasen und Temperatur des Urins. Es gibt Flußmesser, die auf dem Prinzip der Luftverdrängung beruhen. (BRESSEL (6), GIERUP et al (15)). Wie schon früher angeführt, können dabei auftretende Meßfehler nur mit aufwendigen Verfahren ausgeschaltet werden.
6. Psychische Störungen sollen ausgeschaltet werden. Viele Menschen werden durch die Anwesenheit einer Kontrollperson bei der Miktion psychisch beeinflusst. Deshalb sollte man das Registriergerät vom Ort der Miktion - also dem Meßwertaufnehmer - abschirmen können.
7. Die Bedienung und die Wartung des Geräts müssen einfach sein. Um die Messung zu einem Routineverfahren machen zu können, muß gewährleistet sein,

daß es leicht zu bedienen ist, unanfällig gegen Störungen ist und seine dem Urin ausgesetzten Teile sterilisierbar sind.

8. Die Messungen sollen an Männern, Frauen und Kindern durchführbar sein.

Material und Methodik

Um diese Forderungen erfüllen zu können, haben wir eine Gerätekombination zusammengestellt, die bis auf den neuentwickelten Pralldruckmesser aus Elementen besteht, die sich bereits vorher in der Praxis bewährt haben, nämlich den Uroflowmeter "Miktiograph 7003" der Firma M. Gruber KG, München, als Druckmesser den Hansen Manometer "HB 66" und als Schreiber den Physiopolygraph der Firma Schwarzer, Modell "Varioscript 403". Der Pralldruckmesser ist noch ein Versuchsmodell und hat deshalb noch keine Serienbezeichnung.

Die Meßwerte von Flußrate und Blasendruck werden auf die elektronischen Anzeigegeräte und von dort zum Schreiber geleitet, der Pralldruckmesser ist direkt an das Schreibgerät angeschlossen.

Der Miktiograph 7003. Das Gerät besteht aus zwei Teilen, dem Rezeptor (Meßwertaufnehmer) und dem elektronischen Teil, der in einem Tischgerät mit Anzeigeelement und Bedienungselementen untergebracht ist.

Der Rezeptor (Bild) besteht aus einem Stativ, an dem man den Miktionsstrichter und den eigentlichen Meßwertaufnehmer leicht in der Höhe verstellen kann. Der Trichter führt in das Zentrum des Auffanggerätes. Dort befindet sich ein Gleichstromelektromotor, auf dessen senkrecht stehender Achse eine Scheibe aufgesteckt ist. Um das Trägheitsmoment möglichst zu reduzieren, wurde ein Gleichstrommotor mit einem eisenlosen Glockenläufer verwendet und die Scheibe aus sehr leichtem Kunststoff hergestellt.

Meßvorgang: Der Trichter hat eine steile Wand und eine ziemlich kleine Öffnung zu der darunterliegenden Scheibe, um zeitliche Verzögerungen möglichst klein zu halten. Der Harnstrahl trifft zuerst auf die gebogene Scheibe des Pralldruckmessers (siehe unten) und dann durch die Öffnung auf die 5 cm darunterliegende rotierende Scheibe und wird dort von dieser auf Umfangsgeschwindigkeit beschleunigt. Um den Harn so zu beschleunigen, muß der Motor zusätzliche Energie aufwenden, die der Masse des durchfließenden Harns proportional ist. Sie dient als Meßgröße und wird über ein Verbindungskabel dem elektronischen Teil zugeführt. Um auch größere Harnvolumina als 20 ml/sec zuverlässig auf Umfangsgeschwindigkeit zu beschleunigen, kann man keine glatte Scheibe verwenden. Deshalb wurde sie als Kopfscheibe mit einem

schaufelartig geformten Rand gebildet. Der Harn wird über den Scheibenrand geschleudert, trifft auf die Wand des Auffanggerätes, sammelt sich dort am Boden und fließt durch einen Öffnungsstutzen in ein Meßgefäß.

Die Arbeitsweise des Registriergerätes sei nur kurz gestreift: Ein Transistor führt dem Motor eine konstante Basisspannung zu. Dieser Spannungswert bestimmt die Lehlauddrehzahl. Bei Belastung liefert der Transistor so viel zusätzliche Betriebsspannung für den Motor, daß die Drehzahl des Motors immer konstant bleibt. Die Regelung ist verzögerungsfrei, so daß auch die mechanische Reibung der rotierenden Teile vollständig kompensiert wird. Dieser Spannungsanstieg ist ein Maß für die Energieaufnahme. Nach Verstärkung wird sie dem Registrierausgang und dem Anzeigeeinstrument zugeführt.

Die vorher beschriebene Drehzahlregelung ergibt eine exakt lineare Übertragungsfunktion zwischen der durchströmenden Harnmenge und dem Zeigerausschlag des Anzeigeeinstruments bzw. des Registriergeräts. Falls eine nichtlineare Anzeige gewünscht wird, z. B. eine Dehnung bei der Anzeige kleinerer Flußmengen, so kann dies einfach durch Verkleinerung eines Widerstandes geschehen.

Um eine exakte Ablesung zu gewährleisten, ist das lineare Anzeigegerät mit einem Stufenschalter aus-

gestattet. Der Vollausschlag ergibt dann in drei Meßbereichen 25, 50 und 100 g/sec. Gleichzeitig wird dadurch auch der Registrierbereich des Schreibers umgeschaltet.

Das angewandte Meßprinzip bewirkt, daß die Meßwerte nicht Volumen-, sondern Masse-proportional sind. Demgemäß ist das Anzeigegerät in g/sec geeicht. Da normalerweise das spezifische Gewicht des Harns nur bis 3 % von dem des Wassers abweicht, kann man mit ausreichender Genauigkeit die Meßergebnisse auch in ml/sec gleichsetzen. Weicht das spezifische Gewicht sehr von der Norm ab, (z. B. durch zugegebenes Röntgenkontrastmittel), so muß man mit Hilfe eines Aerometers das spezifische Gewicht im Auffangmeßzylinder bestimmen. Mit dem reziproken Wert dieses Ergebnisses multipliziert man die in g/sec ausgedrückten Meßwerte und erhält so exakt die Flußmenge in ml/sec. Die Eichung des Systems erfolgt dadurch, daß sich Anzeigegerät und Registrierausgang mittels eines Umschalters an eine stabilisierte Eichspannung anschließen lassen.

Hansen Manometer HB 66: Auch dieses Gerät besteht aus einem Meßwertaufnehmer und dem Registriergerät, das davon abgetrennt ist.

Der Blaseninnendruck gelangt über die suprapubische Kanüle und einen dünnen flüssigkeitsgefüllten Poly-

venylschlauch umschaltbar über einen Dreiwegehahn zu dem Transducer, der die mechanischen Druckschwingungen an den Oscillator überträgt, wo sie in elektrische Signale umgewandelt werden. Diese werden dann im Registriergerät verstärkt, über Zeigerausschlag direkt angezeigt und gleichzeitig auf den Schreiber übertragen. Der Meßbereich des Registriergeräts geht eigentlich über unsere Anforderungen hinaus, aber dieses Gerät wird z. B. auch für intraarterielle Druckmessung benutzt. So ergibt sich Vollausschlag am Registriergerät je nach Meßbereich, der mit einem Stufenschalter leicht umschaltbar ist, bei 25, 100, 200 oder 300 mm Hg. Für normale Untersuchungen benützten wir den Bereich bis 100 mm Hg, für Ureter- und Nierenbeckendruckmessung reicht der Meßbereich bis 25 mm Hg aus.

Zur Eichung kann sowohl der Nullpunkt als auch eine festgelegte Eichspannung - in unserem Fall 100 mm Hg - durch Grob- und Feineinstellung fixiert werden. Der Druck auf den Testknopf ergibt dann genau Ausschlag von 0 auf 100 mm Hg. Die gewünschte Eichspannung kann selbst verändert werden.

Der Physiopolygraph Varioscript 443: Dieses Gerät ist als Vierfachschrreiber ausgelegt. Wir benutzten aber vorläufig nur die Einschübe für die drei Parameter Blasendruck, Fluß- und Pralldruck. Es ist vorgesehen,

später noch einen Elektromyographen anzuschließen. Von den Anzeigeinstrumenten für den Harnfluß und den Blasendruck sowie direkt vom Pralldruckaufnehmer laufen die Verbindungskabel zu den zugehörigen Einschüben. Diese sind mit separaten Nullagereglern, Amplitudenreglern, Grob- und Feinverstärkern ausgerüstet. Zur Erleichterung der Nullinieneinstellung für die einzelnen Parameter sind am Gehäuse direkt über dem Schreibpapier Linien angebracht. Das Gerät arbeitet nach dem Prinzip des Schwarzer Schreibverfahrens: Das über eine feste Schneide, entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung des cm breiten Registrierpapiers, laufende Farbpapier wird mit dem Registrierpapier an derjenigen Stelle in Berührung gebracht, an der sich der Schreibzeiger jeweils befindet. Dadurch wird eine Aufzeichnung in kartesischen Koordinaten bewerkstelligt. So entsteht bei den Mehrfachschreibern eine genaue zeitliche Koinzidenz. Das Farbpapier läuft mit ca. $\frac{4}{10}$ der jeweiligen Papiervorschubgeschwindigkeit und ist mehrfach verwendbar. Durch das feste Verhältnis der Geschwindigkeit von Registrier- zu Farbpapier ist auch eine stets gleichbleibende Schriftqualität gewährleistet. Die Rollenlänge des Registriergeräts beträgt 75 m, das reicht bei der von uns hauptsächlich verwendeten Registrierpapiergeschwindigkeit von 5 mm/sec für 250 Minuten Dauerregistrierung.

Die Registrierpapier-Vorschubgeschwindigkeit ist einstellbar in dem weiten Bereich von 67,5 mm/h und 200 mm/sec. Um dies zu erreichen, hat das Gerät ein Zahnradgetriebe. Dazu sind unter einer Abdeckplatte drei Einlegeschächte, die das Übersetzungsverhältnis 1:1, 1:20 und 1:400 aufweisen. Durch Einlegen eines der mitgelieferten Einlegezahnräder kann die Papiervorschubgeschwindigkeit nach Belieben gewählt werden. Für jedes Einlegezahnrad gibt es eine Geschwindigkeitstabelle. Wir wählten die Einstellung so, daß bei der Stellung des Kupplungshebels auf den Wert 0,5 die Papiervorschubgeschwindigkeit 5 mm/sec beträgt, beim Wert 1,0 dann 10 mm/sec. Das Varioscript-Gerät ist serienmäßig mit einer am oberen Papierrand schreibenden Markierungseinrichtung ausgelöst. Die eingebaute Zeitmarkierung bewirkt eine Auslenkung dieser Markierungslinie in 1 sec Abständen.

Der Prallenergiemesser (Bild): Er wird mit einem gebogenen Plastikrohr an der oberen Kante des Miktionstrichters fest eingehängt. Der Prallenergiemesser steht dann in der senkrechten Achse des Trichters. Die Prallenergiescheibe befindet sich etwa 5 cm über der rotierenden Scheibe des Flowmeters, um die Zeitverzögerung zwischen Aufprall des Harnstrahls auf der Prallenergiescheibe und dem

Ausfluß aus dem Trichter zum Flußmeßgerät möglichst klein zu halten.

Prinzip der Prallenergiemessung: Zuerst möchten wir den Begriff "Prallenergie" erläutern: Wir haben diesen Ausdruck gewählt für die Energie, die beim Verlassen der äußeren Harnröhrenöffnung im Harnstrahl steckt. Wir haben den Begriff "Pralldruck" deshalb nicht gewählt, um nicht den statischen Druck in der Harnblase mit dem dynamischen Druck am Meatus orificii ext. auf eine Stufe zu stellen. Dort ist nämlich nach Bernoulli der statische Druck Null, da er vollständig in dynamischen Druck umgewandelt wird. Geschwindigkeits- und Reibungsverlust in der Harnröhre verändern den Energiegehalt des Urinstrahls. Die bekannten Formeln zu ihrer Berechnung:

$$\text{Geschwindigkeitsverlust: } \Delta P_V = \frac{v^2 \cdot \varrho}{2}$$

$$\text{Reibungsverlust: } \Delta P_R = \frac{1}{\pi^2} \frac{R F^2 \varrho}{r^5} \quad \left(\frac{\text{dyn} \cdot \text{sec}}{\text{cm}^5} \right)$$

(n. ZINNER, RITTER)

l = Harnröhrenlänge

R = Strömungswiderstand

F = Fluß (ml/sec)

ϱ = Viskosität

Sie gelten jedoch für starre Röhren, während die Urethra keinen runden Querschnitt aufweist, physiologische Engen besitzt und ihre Querschnittsfläche

in Abhängigkeit von Flußmenge und Blasendruck ändert. Dazu dürfte auch der Turbulenzfaktor der Strömung schwanken. Deshalb ist es uns trotz diffizilster Berechnungsversuche noch nicht gelungen, eine einfache Energiegröße für den Harnstrahl herauszufinden, und so haben wir uns entschlossen, vorläufig mit einem Relativwert zufrieden zu sein.

Dennoch bleibt es ein Ziel, durch eine Umrechnung eine proportionale oder zumindest angenäherte Beziehung der beiden Energieformen in der Blase und an der Harnröhrenmündung zu finden, um damit in der Vergleichsmessung einen absoluten Gradienten zu besitzen. Den Fehler, der die Prallenergie durch die Gravitationsbeschleunigung des Harnstrahls nach Verlassen der Harnröhre beeinflußt, haben wir dadurch vernachlässigen können, weil sich durch die Form des Miktionsstrichters die Harnröhrenmündung nur wenige Zentimeter senkrecht über dem Kopf des Prallenergiemessers befindet.

Die Technik will ich etwas ausführlicher darlegen, da es sich nicht wie bei den anderen Bestandteilen der Kombination um ein vielfach erprobtes Modell, sondern um eine Neuentwicklung handelt.

1. Der Transducer besteht im wesentlichen aus zwei um ein Plastikrohr gewickelte Spulen, die mit einer Trägerfrequenz von 1000 Hz gespeist werden. In dem

Plastikrohr selbst läuft ein Zylinder mit einem Weicheisenstab, der auf der Unterseite abgefedert ist und an dessen Oberseite sich die Prallenergiescheibe befindet. Im Ruhestand befindet sich der Weicheisenstab genau zwischen beiden Spulen, so daß nach keiner Spulenseite eine Induktion vorhanden ist. Bei Belastung wird der Weicheisenstab einseitig verschoben, so daß eine Spulenseite stärker als die andere gegeninduziert wird, wodurch eine dem Stand des Weicheisenkerns proportionale Meßspannung abgegriffen wird.

2. Der Verstärker besteht aus einem bipolaren Trägerfrequenz-Differenzverstärker mit unipolarem Ausgang, sowie einem nachgeschalteten Demodulator. Der Trägerfrequenzverstärker ist so abgeglichen, daß bei Transducerstellung 0 auf beiden Seiten eine gleich hohe Spannung anlegt, wodurch am Ausgang die Differenzspannung 0 vorherrscht. Bei Auslenkung des Transducers entsteht am Ausgang des Differenzverstärkers eine der Stellung des Transducers entsprechende 1000 Hz-Spannung, die im Demodulator in eine proportionale Gleichspannung umgesetzt und dem Registriergerät zugeführt wird. An dieser Stelle befindet sich noch ein Umschalter zur Einspeisung einer externen Kalibrationsspannung sowie ein Amplitudenregler, der es gestattet, die vom Demodulator abgegebene Spannung auf den am Registriergerät gewünsch-

ten Wert einzustellen.

Für den Prallenergiemesser haben wir kein eigenes Anzeigegerät, sondern die Meßergebnisse laufen direkt zum Schreibgerät. Dennoch sind wir in der Lage, über die Bedienungseinrichtung an dem Vorverstärkereinschub am Schreiber die Empfindlichkeit, die Amplitude und die Nullage zu variieren.

Wie oben begründet, haben wir vorläufig nur eine relative Eichung. Eine Eich Taste am Vorverstärkereinschub liefert auf dem Schreibpapier eine Eichzacke. Bei der Verstärkung und der Amplitudenregelung haben wir uns auf jeweils einen Wert festgelegt. Auch den Abstand des Orificium externum von der Pralldruckplatte versuchen wir durch exakte Höheneinstellung des Miktionsstrichters bei Männern auf etwa 5 cm konstant zu halten.

Dies und der Vergleich zuden Kurven von Fluß- und Blasendruck liefert uns doch eine klinisch relevante Aussage, ob ein Passagehindernis in der Urethra } vor-
liegt.

und am Kubital

Durchführung der Untersuchung:

1. Das Gerät wird an das Stromnetz angeschlossen und eingeschaltet. Nach etwa 1 Minute ist es betriebsbereit.
2. Eichung: Der Flußmesser und Blasendruckmesser werden am Anzeigegerät geeicht. Die Scheibe des

Prallenergiemessers wird mit Wasser benetzt. Die daraufhin gelieferte Induktionsspannung gilt als Ausgangswert. Die Eichzacken - auch die vom Pralldruckmessgerät - werden in einem kurzen Vorlauf vom Schreiber aufgezeichnet.

3. Ein sterilisierbarer dünner Polyvenylschlauch wird an den Dreiwegehahn, der auf dem Transducer des Blasendruckmeßkopfes sitzt, angeschlossen und mit sterilem 0,9%igem NaCl aufgefüllt.
4. Die Meßwertaufnehmer, also Miktionstrichter, Blasendruckmeßeinheit (Transducer und Oscillator), die mit langen Kabeln mit dem Registriergerät verbunden sind, werden in etwa 4 m Entfernung von diesem aufgestellt und mit einem Sichtschirm abgetrennt.
5. Steriler Katheter, Anschlußstück, Punktionskanüle und sonst benötigte sterile Utensilien werden bereitgelegt.
6. Meßprotokoll: In das von uns entworfene Meßprotokoll werden die persönlichen Angaben des Patienten eingetragen, evtl. auch, wenn bekannt, die Diagnose und Ergebnisse von Voruntersuchungen.
7. Der Patient wird gerufen. Er soll miktionieren; der Urin kann dann im Labor untersucht werden. Im Liegen wird der Patient wenn nötig suprapubisch rasiert, um später eine sterile Punktion zu gewährleisten.

8. Der Patient wird unter den üblichen sterilen Kautelen katheterisiert. Man wählt dazu einen möglichst dünnen Katheter, um Irritationen zu vermeiden. Etwaiger Restharn wird gemessen und in dem Protokoll vermerkt.
9. An diesen Katheter wird über ein konisches Ansatzstück ein Infusionssystem angeschlossen und die Blase mit sterilem 0,9%igem NaCl aufgefüllt. Nach den Untersuchungen von CASS, WARD und MARKLAND (8) spielt die Auffüllgeschwindigkeit für die maximale Blasenkapazität und die Werte, bei denen Miktionsgefühl bzw. Miktionsdrang auftreten, keine Rolle. Wir haben deshalb bis zum Verspüren eines Miktionsgefühls im Strahl, dann mit immer geringerer Geschwindigkeit die Blase aufgefüllt, bis starker Miktionsdrang angegeben wurde. Diese Werte werden notiert und der Katheter entfernt.
10. Nach gründlicher Desinfektion wird dann mit einer langen, dünnen Punktionsnadel die Blase suprapubisch punktiert und das elastische Ende des Druckmeßschlauches über den Nadelkonus gestülpt. Nun wird kurz der Druck der gefüllten Blase im ruhigen Liegen registriert. Selten ist eine Fixation der Kanüle erforderlich.
11. Nun steht der Patient auf und begibt sich hinter den Wandschirm. Im Stehen wird dann noch einmal

der Blasenfüllungsdruck gemessen. Wenn der Patient mit der Miktion beginnen will, drückt er auf einen Signalkopf am Stativ des Miktions-trichters. Dadurch leuchtet am Anzeigegerät des Flowmeters ein grünes Licht auf und der Schreib-zeiger an der Flußregistrierung wird zu einer Signalzacke ausgelenkt.

12. Der Patient miktioniert nun, wie angewiesen, auf die dicht unterhalb seines Orificium externum liegende Prallplatte. Wenn er fertig ist, betätigt er wieder den Signalknopf.
13. Die Punktionskanüle wird entfernt; wenn erforderlich, wird die Einstichstelle für kurze Zeit mit einem Pflaster geschützt.
14. Die entleerte Flüssigkeitsmenge wird gemessen, notiert und mit der zugefüllten Menge verglichen.
15. Auswertung der Kurven und Eintragung in das Meßprotokoll.

Wartung und Pflege des Geräts:

Nach jeder Messung wird der Pralldruckmesser und der Miktionstrichter mit den darunterliegenden Meßeinrichtungen nachgespült, entweder mit warmem Wasser oder bei infiziertem Harn mit einer Desinfektionsflüssigkeit. Der Meßkopf für den Blasendruck kann auf einen Standfuß geschraubt und von Zeit zu Zeit aufrecht stehend mit Wasser ausgekocht werden.

Die Wartung der Registriergeräte fällt unter den Routinekundendienst.

Ergebnisse und praktische Erfahrungen

Wir haben bis jetzt mit diesem Gerät 96 simultane Messungen von Flußrate, Blasendruck und Prallenergie und 4 Druckmessungen im Harnleiter und Nierenbecken durchgeführt. Aus Gründen einfacherer Durchführung haben wir vorerst nur männliche Personen untersucht, die zumindest stehen konnten. Es bereitet aber keine Schwierigkeiten, den Miktionstrichter unter einem Sitzrahmen aufzustellen, so daß auch weibliche Personen und Paraplegiker einfach untersucht werden können.

Es war nicht in erster Linie unsere Absicht, für jede der verschiedenen Ursachen der Harnentleerungsstörungen ganz spezielle und signifikante Abweichungen vom Normalverhalten bei blasengesunden Probanden zu finden, denn auch für diesen Kreis sind noch nicht alle Werte, bzw. ihre physiologischen Schwankungsbreiten, durch einheitliche Untersuchungsmethoden und große Reihenuntersuchungen festgelegt. Wir haben unser Gerät gleich für den klinischen Alltagsgebrauch erprobt und benützt. Um Vergleichsmöglichkeiten zu finden und Erfahrungen zu sammeln, haben wir natürlich auch eine Reihe von gesunden Personen untersucht. Da uns das Gerät die Möglichkeit bietet, auch absolute

Werte zu bestimmen, haben wir davon Gebrauch gemacht und diese festgehalten, ohne allerdings eine Signifikanz erreichen zu wollen. Wir haben ein ausführliches Meßprotokoll entworfen, in das wir alle Werte und Relationen, auf die wir unser Augenmerk richteten, eintrugen, ebenso wie eine klinische Gesamtbeurteilung der Untersuchung.

Auf folgende Punkte kam es uns bei jeder Untersuchung an und dazu wollen wir gleich mitteilen, welche Ergebnisse und Werte wir bei Gesunden und Kranken fanden:

1. Die Blasenkapazität.

Wir füllten die Blase wie oben beschrieben und können die Ansicht von CASS (8) nur bestätigen, daß die Einfüllgeschwindigkeit für die Kapazität nur eine geringe Rolle spielt. Die maximale Blasenkapazität schwankte bei gesunden erwachsenen Männern zwischen 300 ml und 700 ml, bei einem Patienten mit Magacystis konnten wir 1700 ml 0,9% NaCl einfüllen.

Der Abstand vom Auftreten eines "Miktionsgefühls" bis zum unbedingten Entleerungsdrang schwankte zwischen 10 % und 60 % der max. Blasenkapazität. Diese Unterschiede dürften wohl psychischer Natur sein.

2. Der Ruhedruck in der maximal gefüllten Blase
im Liegen.

Er bewegte sich im allgemeinen zwischen 6 und
14 mm Hg und stieg bei Inspiration um etwa 2 - 3
mm Hg an.

3. Der Ruhedruck in der maximal gefüllten Blase
im Stehen.

Wie erwartet, schwankten hier die Werte etwas
stärker. Bei schlanken Männern stieg der Druck
zwischen 5 und 12 mm Hg über den im Liegen an,
bei adiposen um mehr als 20 mm Hg. Bei Inspiration
stieg der Druck um 3 - 4 mm Hg an.

4. Die Latenzzeit.

Die Zeit von der Absicht bis zum Beginn der Ent-
leerung betrug normalerweise nur wenige Sekunden,
da wir durch Abschirmung des Patienten eine
psychische Beeinflussung auszuschalten suchten.
Bei Prostatikern fanden wir Zeiten von 15 - 80 Se-
kunden, ein Patient mit neurogener Blase konnte
trotz eines Blasendruckes von 180 mm Hg nicht
miktionieren.

5. Der Harnfluß.

Die maximale Miktionsrate liegt bei jungen Männern
etwas über 20 ml/sec, es fand sich aber auch ein
Wert von 46 ml/sec. Dieser Wert nimmt mit dem Al-
ter langsam ab, beim Vorliegen eines Prostata-
adenoms liegen die max. Flußwerte meist unter

7 ml/sec, teilweise kann der Urin nur noch tropfenweise entleert werden (1 ml/sec).

Die durchschnittliche Miktionsrate liegt bei jungen Männern um 30 - 50 %, bei alten um 60 - 80 % unter der max. Flußrate.

Für den Kurvenverlauf und die Dauer der Miktion ergibt sich daraus, daß bei gesunden, jungen Männern sich der Kurvenverlauf hochbogig darstellt mit einer Dauer von 15 - 30 Sekunden. Er wird bei alten Leuten immer flacher und niedriger und dauert bei Prostatikern oft länger als 2 Minuten.

6. Der Blasendruck.

Ausführungen zum Ruhedruck im Liegen und Stehen siehe oben.

Der maximale miktionelle Blasendruck ist der unwillkürlich erzeugte höchste Druck während der Miktion. Bei Gesunden liegt er zwischen 20 und 55 mm Hg, überwiegend aber bei ca. 40 mm Hg. Bei Leuten, die schon im Liegen und Stehen einen niedrigen Ruheblasendruck aufweisen, ist auch der maximale unwillkürliche Druck gering. Da der maximale Druck bei oder kurz nach dem Miktionsbeginn erreicht wird (s. u.) scheint es nur auf die Druckdifferenz anzukommen, um die Miktion auszulösen, und diese liegt ziemlich konstant zwischen 18 und 25 mm Hg. Bei Bauchpresse wurden Werte von 45 - 80 mm Hg erreicht; es besteht keine Korrelation

zum unwillkürlich erreichten maximalen Blasen-
druck. Bei Prostatikern wird ein deutlich höhe-
rer Druck gefunden, und zwar in allen Druckwer-
ten; bereits im Stehen erreicht der Ruhedruck
teilweise 40 mm Hg. Von diesem höheren Niveau
aus steigt der Druck dann ebenfalls etwa um
25 mm Hg an, um die Miktion zu beginnen. Der maxi-
male Blasendruck liegt zwischen 55 und 60 mm Hg
und erreicht bei Bauchpresse ziemlich einheitlich
60 bis 95 mm Hg. Die Extreme bei den gemessenen
Druckwerten fanden wir bei zwei Patienten mit
neurogener Blase. Der eine war seit einem Trauma
gelähmt und konnte trotz einer Blasendruckstei-
gerung auf 180 mm Hg keinen Tropfen Urin entlee-
ren; der andere hatte eine Myelocoele, begann bei
einem Druck von 16 mm Hg die Entleerung, die al-
lerdings intervallartig erfolgte und kam auch mit
der Bauchpresse nur auf 25 mm Hg.

Der Kurvenverlauf des Blasendrucks war bis auf
zwei Patienten mit Megacystis im Prinzip bei Ge-
sunden und Prostatikern gleich. Vom Ausgangs-
niveau im Stehen stieg der Druck in der Latenz-
zeit um etwa 18 mm Hg bis 30 mm Hg an, erreichte
bei Miktionsbeginn oder eine Sekunde danach seinen
Höhepunkt und fiel dann langsam und gleichmäßig ab,
obwohl die Flußrate anfangs noch anstieg.

Bei den Patienten mit Megacystis ergab sich ein flachkuppelförmiger Verlauf, bei einem stieg z.B. der Druck von 35 mm Hg bei Miktionsbeginn langsam innerhalb 15 Sekunden auf 60 mm Hg, um dann im selben Maße zurückzugehen.

7. Die Prallenergie.

Wir hatten hier nur einen Vergleich zu einer konstanten, aber relativen Eichmarke. Dennoch konnten wir aber aus der Höhe und dem Verlauf der Meßkurve im Zusammenhang mit den Kurven von Fluß und Blasendruck doch eine klinische Aussage über den Widerstand in der Harnröhre gewinnen.

8. Verhältnis der Kurvenverläufe zueinander.

Da der Harnstrahl zuerst auf die Platte des Prallenergiemessers fällt, und dann erst durch die untere Trichteröffnung auf die rotierende Scheibe des Miktiographen, ergab sich eine geringe Verschiebung der beiden Kurven um 0,10 bis 0,15 Sek. Außerdem interessierte uns die Veränderung der Kurven bei befohlener Bauchpresse. Bei Gesunden ergab sich wie erwartet bei der Erhöhung des Blasendrucks auch eine Erhöhung der Flußrate und der Prallenergie. Bei Prostatikern fand sich bei der Bauchpresse kein Ansteigen der Flußrate und der Prallenergie, in einigen Fällen sogar ein völliges Sistieren der Entleerung. Dabei haben wir aus

einer Einzelbeobachtung den vagen Verdacht, daß sich die Pathologie der Harnentleerungsstörung darin äußert, daß zuerst die Prallenergie bei der Bauchpresse nicht mehr zunimmt und dann auch die Flußrate.

9. Nebenbeobachtungen.

Nach der Miktion bestimmten wir noch einmal im Liegen den Druck in der Blase. Außer bei größeren Restharmengen lag er zwischen Null und 2 mm Hg. Ein evtl. Restharnvolumen bestimmten wir aus der Differenz zwischen eingefüllter und ausgeschiedener Kochsalzmenge. Da zwischen Beginn der Füllung und Entleerung nur 10 - 15 Minuten lagen, haben wir die inzwischen produzierte Harnmenge vernachlässigt, zumal wir keine polyurischen Patienten untersuchten.

Praktische Erfahrungen:

Die Durchführung einer Untersuchung dauert mit Auswertung der Kurven etwa 30 Minuten und kann von einer Person (während der Punktion besser zwei) vorgenommen werden. Die Infusionsflasche und die sterilen Teile (Zuleitungsschlauch, Kanüle, Katheter) können schnell ausgewechselt werden.

Komplikationen haben wir keine beobachtet, da wir streng aseptisch punktierten und katheterisierten; es trat auch keine stärkere Nachblutung aus der Punktionsstelle auf.

Das Gerät arbeitete zuverlässig und bereitete keine Schwierigkeiten.

Diskussion:

Dieses Gerät hat uns einige weitere Aufschlüsse über die Miktion gebracht und dazu gedient, bei vielen Patienten den Grad und manchmal auch die Ursache ihrer Harnentleerungsstörung zu objektivieren. Dennoch ist es nur als Übergang zu einem Gerät gedacht, das zusätzlich das Elektromyogramm der Blase und der Urethra aufzeichnet, einen absoluten Wert für die Prallenergie anzeigt und es somit ermöglicht, noch mehr über die normale und gestörte Miktion zu erfahren.

Zusammenfassung:

Wir berichten von einem Gerät zur simultanen Messung von Flußrate, Blasendruck und Ausflußenergie (Prallenergie). Wir benützten es, um verschiedene Werte der physiologischen Miktion zu erfahren und um objektiv Ausmaß und Art von Harnentleerungsstörungen zu bestimmen. Das Gerät hat sich bewährt, da es verhältnismäßig leicht zu bedienen und einfach zu warten ist, in der Exaktheit der Messungen hohen Ansprüchen genügt und keine Störungen aufwies.

LITERATURVERZEICHNIS

- (1) BABICHENKO, E.J.: Apparatus for the objective registration of pressure in the urinary bladder
Voprosy Neirokhirurgii (Moskau) 31 (1967) 50
- (2) BAUER, K.M.: Ein neues Cystometer
Urologe 8 (1969) 72
- (3) BAUER, K.M.: Uroflowmetrie in Kombination mit dem Bauer Cystometer
Der Urologe 4 (1970) 219
- (4) BOYARSKY, S. et al: Clinical evaluation of bladder pressure, flow rate and exit pressure
Invest. Urol. 4 (1966) 379
- (5) BRADLEY, W. et al: Air cystometry
J. Urol. 100 (1968) 451
- (6) BRESSEL, M.: Uroflowmetrie in Klinik und Praxis
Der Urologe 4 (1970) 253
- (7) BRYNDORF, J., E. SANDE: The hydrodynamics of micturition
Dan. med. Bull 7 (1960) 65
- (8) CASS, A. WARD, MARKLAND: Comparison of slow and rapid fill cystometry using liquid and air
J. Urol. 104 (1970) 104

- (9) CATA CUTAN LABAY, P., S. BOYARSKY, T. NEWMARK:
Study of micturition in urologic patients by
combined cystometry and uroflowmetry.
In: S. BOYARSKY: The neurogenic bladder,
Herausgeber Williams & Wilkins Baltimore/USA
1967
- (10) DESANTIS P., J. LATTIMER: The pressure
sensitive radiotelemeter
J. Urol 100 (1968) 456
- (11) DESANTIS, P., J. LATTIMER: The modified
LEWIS Cystometer
J. Urol 102 (1969) 108
- (12) DRAKE, W.R. jun.: The uroflowmeter. An aid
to the study of the lower urinary tract.
J. Urol 59 (1948) 650
- (13) v. GARRELTS, B: Intravesical pressure and
urinary flow during micturition in normal
subjects.
Acta chir. scand. 114 (1957) 49
- (14) GIAQUINTA, A.R., J. GLOVER: Entwicklung
eines Spezialstuhls zur Kontrolle der
Miktion weiblicher Kleinkinder
Acta Medicotechnika 19 (1971)

- (15) GIERUP, J., N. ERICSSON, L. OKMIAN:
Micturition studies in infants and children.
Scand. J. Urol. Nephrol. 3 (1969) 1
- (16) GLEASON, J. LATTIMER, C. BAUXBAUM:
Bladder pressure telemetry.
J. Urol. 94 (1965) 252
- (17) GREENE, L.F., J. EMMET: Cystometry
in CAMPBELL: Urology (Chapter 4)
- (18) HOPKINS, W.F., J. PIERCE jun., V. ROBERTS:
Observations on pressure and flow measurements in the lower urinary tract.
J. Urol. 94 (1965) 479
- (19) LAPIDES, J.: Cystometry
JAMA 201 (1967) 618
- (20) MEIER, S. : Simultane Messung der Miktion
nach Druck und Fluß in der Zeit
Dissertation Erlangen 1969
- (21) MERRIL, D. et al: A clinical evaluation of
air cystometry
Brit. J. Urol. 41 (1969) 607
- (22) MOTTA, M.: Uroflowmetry. Description of a
new apparatus and its clinical uses.
Arch. Ital. di Urol. e Nephrol. 41 (1968) 380

- (23) PALM, L: A new uroflowmeter for combined continuous pressure-flow measurement
Dan. Med-Bulletin 15 (1968) 175
- (24) PIERCE, J.M. jun.: Lower urinary tract resistance pressure-flow relationship
J. Urol. 94 (1965) 671
- (25) PIERCE, J.M. jun.; W.F. HOPKINS, V.L. ROBERTS:
Comparison of voiding pressures, urin flow rates and resistance measurements in evaluating lower urinary tract obstruction.
J. Urol. 95 (1966) 516
- (26) RITTER, R.C., M. STERLING, N.R. ZINNER:
Clinical urodynamics IV. Use of physical principles in studies of the lower urinary tract.
Invest. Urol. 8 (1970) 91
- (27) ROGERS, C., N. RITTER, M. STERLING, N.R. ZINNER:
Clinical urodynamics for use of physical principles in studies of the lower urinary tract.
Invest. Urol. 8 (1970) 91
- (28) SCOTT, F.B. et al: Studies in the dynamics of micturition: observations on healthy men.
J. Urol. 92 (1964) 455
- (29) SIEGEL, A.: Verhandlungsbericht a.D.
Ges. f. Urologie 1965. Springer Verlag 1966,
150

- (30) SMITH, J.C.: A practical method of measuring urethral resistance to micturition.
Brit. J. Urol. 38 (1966) 542
- (31) SMITH, J.C.: The measurement and significance of the urinary flow rate.
Brit. J. Urol. 38 (1966) 701
- (32) SUSSET, J.G. et al: Parameters of micturition. Clinical study.
J. Urol. 94 (1965) 113
- (33) TAMMEN, H.: Miktlograph 7005
Acta Medicotechnica 19, (1971)
- (34) VEREecken, R.L., H. VERDUYN: Search for a valid method of cystometry and its exact interpretation
Acta Urol. Belg. 37 (1969) 213
- (35) WHITAKER, J., A. JOHNSTON: Urinary flow rate with two techniques of bladder pressure measurement.
Invest. Urol. 4 (1966) 235
- (36) WHITAKER, J. et al: Estimation of urinary out-flow resistance in children. Simultaneous measurement of bladder pressure, flow rate and exit pressure.
Invest. Urol. 4 (1966) 379

Abb. 1: 19 j. Patient, blasengesund. Latenzzeit nach Signal (S), Fluß, Blasendruck und Prallenergie zeigen Normalwerte.

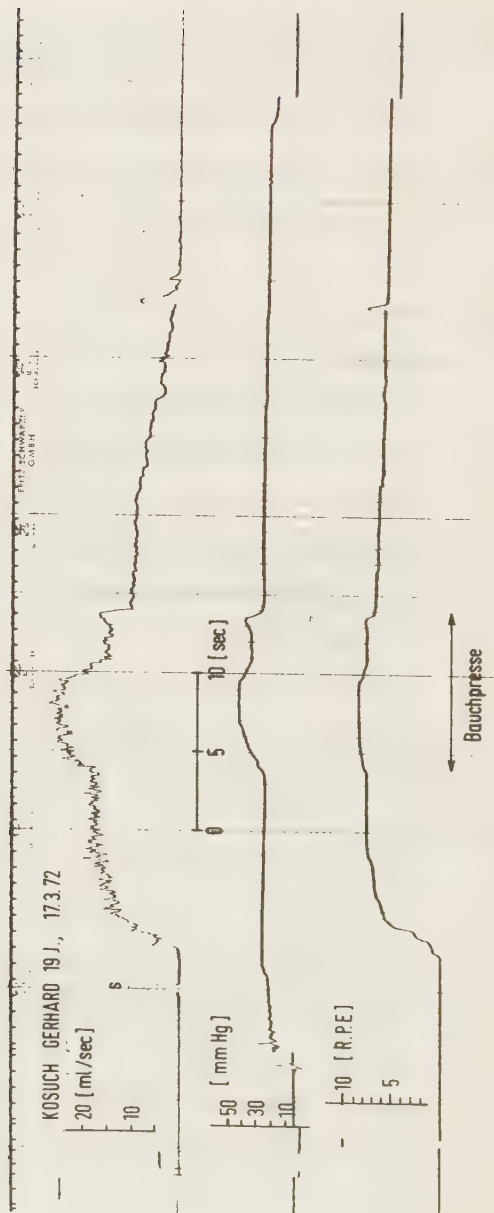


Abb. 2: 22j. Patient, blasengesund. Fluß, Blasendruck und Prallenergie liegen im Normalbereich.

Sehr kräftiges Ansteigen des Blasendrucks bei Bauchpresse.

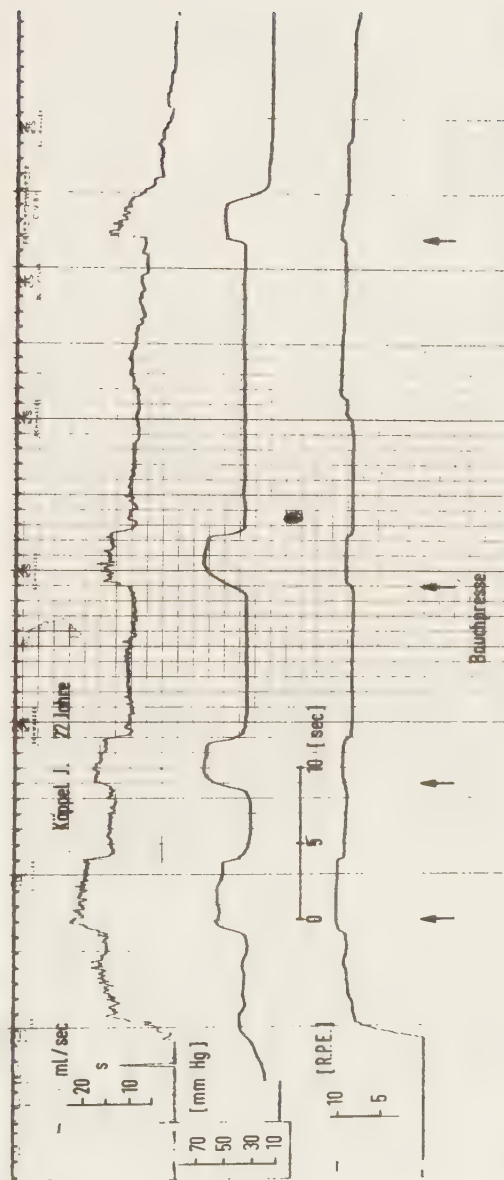


Abb. 3: 50 j. Patient. Beginnender Prostatismus. Die Latenzzeit ist auf 18 sec verlängert. Die Flußwerte und die Prallenergie sind deutlich erniedrigt bei erhöhtem Blasendruck. Keine Steigerung der Flußrate bei Bauchpresse.

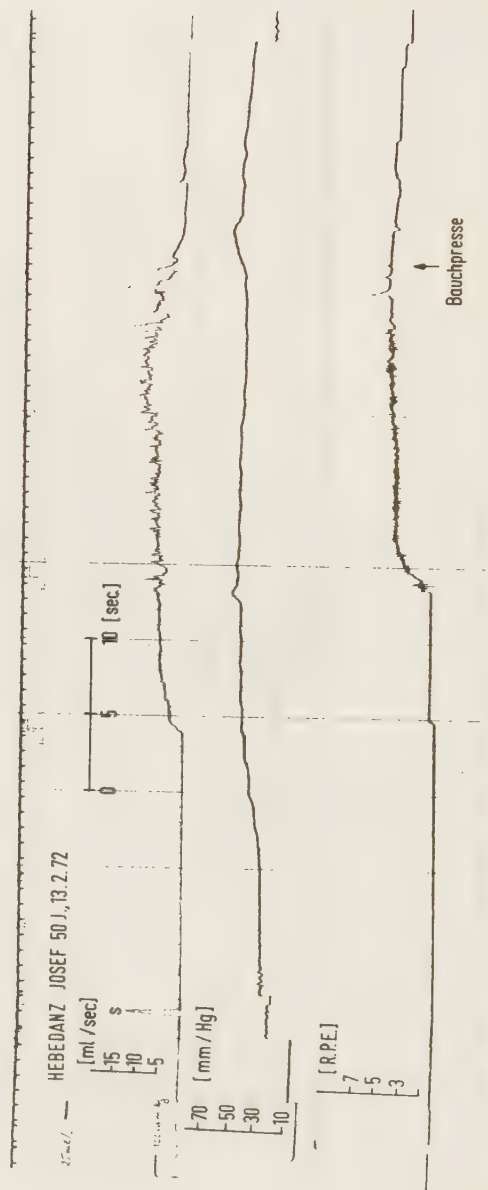
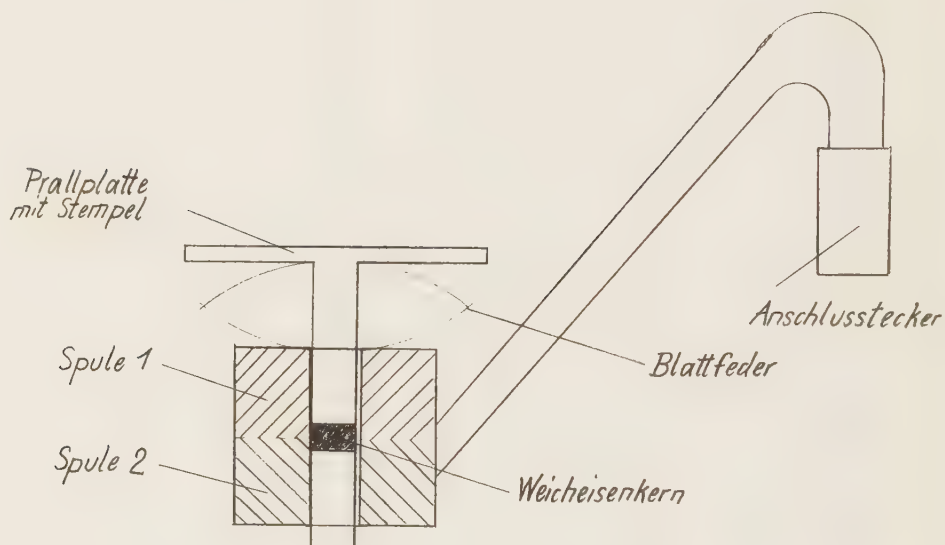


Abb. 4: 72 j. Patient mit mäßigem Prostismus. Latenzzeit auf 20 sec verlängert. Die Flußrate ist erniedrigt, der Verlauf unregelmäßig. Die Druckkurve zeigt ein allgemein erhöhtes Niveau. Bei Bauchpresse fällt die Flußrate sogar ab.



Abb. 5:

PRALL AUFNEHMER



Martin Gruber K.G.

Geschäftsstelle für Nordbayern

8521 FRAUENAUACH

bei Erlangen Steudacherstr. 14/o

30. 5. 1972

Schwind

Mein Lebenslauf
=====

Als Sohn des Facharztes für Chirurgie, Dr. med.
Ernst Bringmann und seiner Frau Evelyne, geb.
Poppelreuter, wurde ich am 16. Januar 1946 in
Aichach/Oberbayern geboren. Dort besuchte ich von
1952 - 1956 die Volksschule. Am Humanistischen
Gymnasium St. Stephan, Augsburg war ich von
1956 - 1966 und legte dort am 16. 7. 66 das Abitur
ab. Seit dem Wintersemester 1966/67 studiere ich
an der Universität Erlangen-Nürnberg Medizin.
Im Juli 1967 bestand ich das Vorphysikum, im
Februar 1969 das Physikum und im Juni 1972 das
Medizinische Staatsexamen.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990